

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>G02B 21/22, A61B 19/00</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/20421</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Juli 1996 (04.07.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/05112 (22) Internationales Anmeldedatum: 22. December 1995 (22.12.95)		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 3932/94-0 23. December 1994 (23.12.94) CH		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LEICA AG [CH/CH]; CH-9435 Heerbrugg (CH).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SPINK, Roger [DE/CH]; Schloße Grünenstein, CH-9436 Balgach (CH). BRAUNECKER, Bernhard [DE/CH]; Haldenweg 10, CH-9445 Rebstein (CH).			
(54) Title: MICROSCOPE, IN PARTICULAR A STEREOMICROSCOPE, AND A METHOD OF SUPERIMPOSING TWO IMAGES			
(54) Bezeichnung: MIKROSKOP, INSbesondere STEROMIKROSKOP UND VERFAHREN ZUM ÜBERLAGERN ZWEIER Bilder			
(57) Abstract			
<p>The invention concerns an imaging system comprising a first device (82) for acquiring image data for an object (93) using light, in particular a microscope, and a second device (94) for acquiring and displaying image data (in particular, of the kind not immediately visible to the eye) for the object (93) using (in particular invisible) radiation, preferably electromagnetic wave or particle radiation such as X-rays (X-ray or CT photographs), MRI or positron radiation. The system is also provided with a superimposition device (95) for superimposing the two sets of image data to form a single image which can be turned towards an observer. The optical parameters of the first device (82), e.g. the microscope and its image distortions, are incorporated in the image to be superimposed, thereby providing the observer with a dimensionally and geometrically accurate display of the two superimposed images.</p>			
(57) Zusammenfassung			
<p>Die Erfindung betrifft eine bilddarstellende Einrichtung mit einer ersten Vorrichtung (82) zum Erfassen der bildhaften Information über einen Gegenstand (93) mit Licht, insbesondere Mikroskop, und mit einer zweiten Vorrichtung (94) zum Erfassen oder Darstellen von einer - insbesondere einem Auge zunächst verborgenen - bildhaften Information über den Gegenstand (93) mit - insbesondere nicht sichtbarer - Strahlung, bevorzugt elektromagnetischer Wellen- oder Teilchenstrahlung (z.B. Röntgenstrahlung (Röntgen- oder CT-Aufnahmen), Magnetwellenstrahlung (MRI) oder Positronenstrahlung (PET)) und mit einer Überlagerungseinrichtung (95) für das Überlagern beider Informationen zu einem, einem Betrachter zuwendbaren, Bild. Die optischen Parameter der ersten Vorrichtung (82), z.B. des Mikroskops bzw. dessen Bildfehler werden dem zu überlagernden Bild eingeschrieben, so dass eine dimensionale geometrisch richtige Darstellung von zwei überlagerten Bildinformationen für den Betrachter möglich ist.</p>			

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Oesterreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LJ	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Eesti	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

**Mikroskop, insbesondere Stereomikroskop und Verfahren zum Überlagern zweier Bilder**

Die Erfindung betrifft eine bilddarstellende Einrichtung, insbesondere ein Mikroskop, insbesondere ein Stereomikroskop, beispielsweise ein

5 Operationsmikroskop, insbesondere ein Video(-stereo-)mikroskop, das mit einer elektronischen Datenverarbeitungseinheit und/oder einem Display verbunden ist, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 9.

Solche Mikroskope werden unter anderem auch in der Technik, z.B.

10 Werkstofftechnik, Materialanalyse, Siliziumtechnik, Kriminologie usw., insbesondere jedoch auch in der Medizin für Diagnose, serologische Untersuchungen, bei Operationen usw. angewendet.

Im folgenden wird beispielhaft insbesondere auf die Verwendung der Erfindung im Bereich der Operationsmikroskopie eingegangen. Die Verwendung in

15 anderen Bereichen fällt jedoch ebenso unter den Anwendungsbereich der Erfindung.

Operationsmikroskope dienen dem Operateur zur optischen Vergrößerung des Operationsgebietes. Die Operationstechnik ist hierbei so weit fortgeschritten, dass Vergrößerungen im Bereich von 50-fach und darüber keine Seltenheit

20 sind. Eine Vergrößerung führt manchmal dazu, dass der Operateur das Gebiet, das er durch das Mikroskop betrachtet, nicht immer eindeutig einem tatsächlichen Ort am Patienten zuordnen kann. Eine hilfsweise Überlagerung des mikroskopisch gesehenen Bildes mit beispielsweise verstärkten Konturen oder sonstigen Markierungen ist daher häufig wünschenswert. Zur Erfüllung

dieses Wunsches sind im Stand der Technik im wesentlichen zwei Verfahren bekannt:

Randverbesserungen, Bildfärbungen, Kontrastverbesserungen etc. werden mittels elektronischer Bildverarbeitung bewerkstelligt. Die dazu benötigten Bilddaten werden unmittelbar aus dem betrachteten Bild selbst gewonnen und lediglich mathematisch transformiert. Werden solche Daten den betrachteten Bilddaten überlagert, ergibt sich dabei kein wesentliches Problem, da diese Bilddaten an denselben Bildort, von dem sie gewonnen wurden, wieder zurückgegeben werden.

Bei anderen Konstruktionen sind mit dem Mikroskopstrahlengang Strahlenteiler verbunden, denen Displays zugeordnet sind, über die Bilder in den Strahlengang eingespiegelt werden können, die sich mit den tatsächlich gesehenen Bildern im Auge des Betrachters überlagern. Solche Bilder, z.B. Bilder vom selben Ort, jedoch zu einem früheren Zeitpunkt aufgenommen, sind oft nur schwer dem gesehenen Bild überlagerbar, da sie u.U. mit unterschiedlichen Vergrösserungen, anderen Mikroskopeinstellungen usw. aufgenommen wurden.

Ein spezielles Gebiet für die Überlagerung von Bildern ergibt sich z.B. bei der Anwendung von Computertomographie (CT), Magnetresonanz- bzw. Kernspintomographie (MRI) oder Positronenstrahlungsdiagnose (PET) im Zusammenhang mit der Stereomikroskopie. Daten aus CT und MRI werden gewonnen, um ein Schnittbild des interessierenden Gebietes zu erhalten, das schlussendlich nach EDV-mässiger Verarbeitung die Darstellung eines dreidimensionalen, wirklichkeitsgetreuen Modells auf einem Computermonitor (Stereobildschirm) ermöglicht, vgl. hierzu in der Firmenschrift der ARTMA BIO-MEDICAL, INC. die von M. Truppe verfaßten Chapter 1 („Interventional Video Tomography (IVT)“), Seiten 1-25, und Chapter 2 („Digital Subtraction Angiography (DSA)“), Seiten 27-34, sowie Chapter 3 („Technical Specification“), Seiten 35-41 (April 07, 1994).

Die US-A-4722056 und die CH-A-684291 beschreiben Einrichtungen, die ein Überlagern theoretisch ermöglichen. Unter der Bezeichnung MKM wurde ein

rechnergestütztes Operationsmikroskop auf den Markt gebracht, bei dem sowohl Risikozonen wie auch Gewebestrukturen markiert werden können, als auch vor der stereoskopischen Betrachtung gewonnene, dreidimensionale Diagnosedaten dem mikroskopisch gesehenen Bild überlagert werden können, um

5 vorausschauendes Operieren zu ermöglichen. Eine exakte Überlagerung, so dass beispielsweise Umrisskonturen aus dem CT mit den stereoskopisch gesehenen Umrisskonturen übereinstimmen, ist damit jedoch nicht möglich.

Durch dreidimensionale Bilder ist es den behandelnden Ärzten möglich, Art und Ausbreitung des kranken Gebietes besser zu lokalisieren und entsprechende

10 Operationsschritte besser vorauszuplanen. Die EDV-mässig vorliegenden, dreidimensionalen Bilddaten sollen nun erfindungsgemäss in verbesserter Weise einem Operateur auch unmittelbar bei einer Operation zugänglich sein und zwar, derart, dass diese Bilddaten dem tatsächlich gesehenen Bild im Operationsmikroskop zur gleichen Zeit und positionsrichtig exakt überlagert werden; 15 dies gegebenenfalls auch in einem Abdeckmodus bzw. Transparentmodus, der es dem Operateur erlaubt, quasi unter die Oberfläche der tatsächlich betrachteten Stelle zu sehen und derart eine verbesserte Planung und Führung des Operationsinstruments zu ermöglichen. Daraus soll sich eine höhere Positioniergenauigkeit und eine kürzere Operationszeit ergeben, als dies heute 20 möglich ist.

Damit diese Überlagerung optimal erfolgt, müssen die optischen Parameter des gesehenen Bildes und die Parameter des zu überlagernden (dreidimensionalen) Bildes bekannt sein, da eine solche Überlagerung nur einen Sinn macht, wenn die mikroskopisch gesehenen und die überlagerten Bildinformationen

25 geometrisch korrekt übereinstimmen. Die geometrische Korrektheit ist bei den bekannten Überlagerungen bis heute nicht befriedigend.

Diesen Umstand zu beseitigen, ist eine der Hauptaufgaben der Erfindung.

Gelöst wird diese Aufgabe beispielsweise durch die Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 9 bzw. einer Vorrichtung nach Anspruch 1.

Die erstmalige Verwendung einer adaptiven Regelvorrichtung zur Abänderung eines darzustellenden Bildes, in Abhängigkeit von einem anderen dargestellten Bild, führt zum gesuchten Erfolg. Dabei ist es zunächst unerheblich, wo die tatsächliche Bildüberlagerung stattfindet. Beispielhaft seien folgende Varianten 5 aufgeführt:

Bei Darstellung des einen zweidimensionalen Bildes für ausschliesslich eines der beiden Augen eines Betrachters und des anderen zweidimensionalen Bildes für das andere Betrachterauge erfolgt die Überlagerung im Gehirn des 10 Betrachters. Sie kann aber ebenso im Computer rechnerisch erfolgen, um das überlagerte Bild als integriertes Bildsignal an einen Monitor o.dgl. zu liefern; es können aber auch beide Bildsignale direkt an einen Monitor o.dgl. geliefert werden; der beispielsweise zwei Eingangskanäle - gegebenenfalls für einen rechten und linken Bildkanal eines Stereobildpaars - aufweist. Weiters ist eine rein optische Überlagerung denkbar, z.B. im Zwischenbild eines optischen 15 Strahlenganges o.dgl.

Für die Regelvorrichtung sind im Rahmen der Erfindung verschiedene qualitativ unterschiedliche Massnahmen zur Erfassung und Korrektur der Abbildungsgeometrie bzw. Abbildungsparameter vorgesehen:

Stets gewährleistet muss sein, dass die Regelvorrichtung primäre (operationale) 20 Abbildungsparameter (Blickrichtung, also Systemalignment bzw. Blickwinkel, Perspektive usw., z.B. Mikroskopausrichtung) erfasst und zur Adaptierung der Abbildungsgeometrie der zweiten Bildinformation benutzt. Realisiert wird dies beispielsweise durch einen Abgriff der Richtungsangaben und Einstellungen von den Einstellorganen der ersten Vorrichtung, z.B. vom Stativ oder durch 25 Überwachung der Mikroskopposition durch eine unabhängige Sensoreinrichtung, wie z.B. ein Ultraschall- oder Infrarotpositions- bzw. Koordinatenbestimmungsgerät (z.B. PIXSYS (R)) und der Vergrösserungseinstelleneinrichtung des Mikroskops.

Eine verbesserte Anpassung ergibt sich, wenn auch die sekundären 30 Abbildungsparameter (z.B. Gesichtsfeld, Vergrösserung, Schärfentiefebereich)

erfasst und zur Adaptierung der Abbildungsgeometrie der zweiten Bildinformation benutzt werden. Dies wird beispielsweise realisiert durch einen Abgriff des tatsächlichen z-Abstandes (Das ist der Abstand vom betrachteten Objekt bis zur Objektivauflagefläche) vom betrachteten Objekt und einer Vergrößerungsmessung (Gamma-Messung) im Strahlengang der ersten Vorrichtung.

5 Optimal ist es selbstverständlich, wenn auch die tertiären Abbildungsparameter (z.B. Störung der Metrik, Verzeichnung in Abhängigkeit von z-Abstands- und Gammamessung im Strahlengang der ersten Vorrichtung) erfasst und zur Korrektur der Abbildungsgeometrie der zweiten Bildinformation herangezogen

10 werden. Solche tertiären Abbildungsparameter werden bevorzugt durch Vergleichsmessungen an bekannten Objekten (z.B. Bildtafeln mit einem bekannten geometrischen Muster oder dreidimensionale Objekte mit bekannten geometrischen Abmessungen, die zu Eichzwecken bzw. zur Erfassung der Abbildungsfehler herangezogen werden können) durchgeführt.

15 Die primären und sekundären Abbildungsparameter sind typenspezifische Parameter, die von der Art und vom geometrischen bzw. optischen Aufbau der ersten Vorrichtung abhängen, während tertiäre Abbildungsparameter serienspezifisch sind. Sie hängen u.a. von der Qualität der einzelnen optischen Bauelemente und deren Montage und von der Justierung der jeweiligen

20 Einzelvorrichtung ab.

Bevorzugt ist natürlich eine adaptive Regelvorrichtung, die sowohl primäre, sekundäre, als auch tertiäre Abbildungsparameter erfasst und aufgrund dieser die zu überlagernden zweiten Bilddaten modifiziert und überlagert. Dabei werden gegebenenfalls zuerst die sekundären und tertiären Abbildungsparameter

25 ausgewertet und erst dann eine Angleichung des Koordinatensystems dieser beiden Vorrichtungen vorgenommen, indem rechnerisch das eine Bild in das andere, bereits geometrisch richtig dargestellte Bild gedreht bzw. geschwenkt wird; dies jeweils natürlich bevorzugt dreidimensional.

Die erforderlichen Kalibrationsvorgänge können dabei bevorzugt über den

30 gesamten Verstellbereich der Systemdaten der Vorrichtungen durchgeführt

werden, indem z.B. während einer langsamen Verstellung sämtlicher Systemdaten einer Vorrichtung gleichzeitig permanent kalibriert wird und die sich dabei ergebenden, unterschiedlichen Rechenvorschriften kontinuierlich aufgezeichnet und in einem Speicher abgelegt werden, um später beim Betrieb der Einrichtung jedem individuellen Einstellwert der Vorrichtung den entsprechenden Korrekturwert überlagern zu können.

Um die Menge der EDV-mässig zu verarbeitenden Bilddaten etwas zu reduzieren und die Verarbeitung dadurch zu beschleunigen, ist entsprechend einer Weiterentwicklung der Erfindung vorgesehen, dass die nötige Korrekturvorschrift für die typenspezifischen Algorithmen (mathematisch ermittelbare optischen Verzeichnungen etc.) vorab berechnet werden und in der Einrichtung abgespeichert sind, so dass bei der tatsächlichen Anpassung zuerst eine automatische Berechnung und erst danach eine Messung mit weitergehender Adoptionsfolge erfolgt.

Zur Erleichterung und Beschleunigung der Eliminierung der serienspezifischen Abbildungsparameter wird bevorzugt vorgeschlagen, die jeweilige Einrichtung einem Eich- oder Kalibriervorgang zu unterziehen, wonach die dabei erfahrenen Eichparameter in einem Speicher abgelegt und bei der Adaption der zweiten Bilddaten automatisch herangezogen werden. Sobald also bei einer bestimmten Type der Einrichtung bzw. des Gerätes und einem bestimmten Gerät aus einer bestimmten Serie Bilder aus einer anderen Bildquelle überlagert werden, werden diese mit den abgespeicherten Werten gemäss einer vor der Geräteauslieferung durchgeföhrten Eichung derart modifiziert, dass die Bilder deckungsgleich überlagert werden können, sofern sie vom selben Objekt stammen. Der Eichvorgang kann dabei sinnvollerweise für jedes Einzelgerät durchgeführt werden. Bei Bedarf ist es sogar denkbar, dass ein für den Eichvorgang zweckmässiger Normbauteil zum Einsatz gelangt, der dem Servicepersonal vor Ort oder sogar dem Anwender direkt zur Verfügung steht, um von Zeit zu Zeit eine Nacheichung zu ermöglichen.

Die beschriebenen Vorabberechnungen und Eichungen bzw. Korrekturwerteabspeicherungen kommen jenen Geräten entgegen, die über eine beschränkte Speicher- bzw. Rechenkapazität verfügen. Bei genügender Rechnerkapazität mit entsprechender Rechengeschwindigkeit ist es auch

5 denkbar, Geräte bis zu einem gewissen Grad optimiert, jedoch ohne typenspezifische Algorithmen-Vorberechnung, auszuliefern und dem Rechner eine Bilderkennungsvorrichtung einzubauen, der die genauen Abmessungen eines Normbauteiles bekannt sind; sie verlangt vorzugsweise in gewissen Abständen nach einer Eichroutine, bei der lediglich durch Videobetrachtung des

10 Normgegenstandes die Abweichung von den eingespeicherten Abmessungen erfasst und daraus die Korrekturparameter ermittelt werden, die allfällig überlagerten Bildern eingeschrieben werden. Bevorzugt ist als Normbauteil dabei ein Gegenstand vorgesehen, der für die abbildenden Strahlen der ersten und zweiten Vorrichtung geeignete, erfassbare Strukturen darstellt.

15 Bei der Kalibrierung bzw. Eichung kann sinnvoll wie folgt vorgegangen werden: Ein Prüfobjekt mit genormten - und vorzugsweise für alle verwendeten bildzeugenden Strahlengänge erkennbaren - Abmessungen wird mit seinen wirklichen Abmessungen CAD-mässig erfasst und rechnerisch als Voxelvolumen mit wirklichkeitstreuen Außenabmessungen in einem Speicher abgelegt.

20 Anschliessend wird dieses Prüfobjekt vor den Strahlengang der ersten Vorrichtung gelegt, die über eine stereoskopische Videoaufzeichnungsvorrichtung (z.B. ein CCD pro Strahlengang eines Stereomikroskops) verfügt und durch diese aus mehreren Perspektiven betrachtet. Die jeweiligen, den einzelnen Perspektiven zugeordneten Ansichten werden aufgenommen und mittels Rechenprogramm in

25 ein Voxelvolumen umgerechnet, das somit, da durch die Abbildungsparameter modifiziert (z.B. verzerrt), der Wirklichkeit entspricht. Dieses aufgenommene Voxelvolumen wird sodann - z.B. voxelweise - mit dem ursprünglich rechnerisch erfassten Voxelvolumen verglichen. Die sich daraus ergebenden Unterschiede werden als Rechenvorschrift erkannt und im Speicher abgelegt. Sobald später

30 bei gleicher Einstellung des Mikroskopes ein anderer Gegenstand vor dessen Strahlengang gelegt wird, kann dieser mittels der Rechenvorschrift so modifiziert

werden, dass er innerhalb des Rechners bzw. Speichers seinen wirklichkeitsgetreuen Proportionen entspricht und auch als solcher dargestellt werden kann.

In den meisten Fällen wird der eben beschriebene Vorgang mit der Umrechnung  
5 über das Voxelvolumen lediglich deshalb durchgeführt, weil man auf das Voxelvolumen zurückgreift, wenn man im "Abdeckmodus" unter die Oberfläche des betrachteten Objektes blicken möchte, wie dies lagerichtig durch die Erfindung ermöglicht wird. Dann werden nämlich bei Bedarf schichtweise die Voxelvolumina unterhalb der mikroskopisch betrachteten Stelle abgetragen, so  
10 dass man schichtweise in die Tiefe blicken kann. natürlich ist auch die 3-D-Darstellung des gesamten oder eines Teiles des Voxelvolumens denkbar. Dazu ist eine optisch oder softwaremäßig einstellbare Gewichtung der Bildhelligkeiten des mikroskopischen Bildes bzw. des überlagerten Bildes möglich. Für die reine Kalibrierung bzw. Eichung genügt das Analysieren der reinen Projektion des  
15 betrachteten Normbauteiles, wobei dessen erkannte Kantenlinien bzw. deren Eckpunkte vektoriell abgelegt und weiterbearbeitet werden können.  
Andererseits, und dies ist ein wichtiger Punkt einer der Ausführungsformen der Erfindung, können mit diesen Rechenvorschriften andere lediglich rechnerisch vorhandene "korrekte" Bilddaten, z.B. aus einem CT usw., nachkorrigiert werden,  
20 um geometrisch korrekt den z.B. verzeichneten mikroskopischen Bilddaten zu entsprechen.

Selbstverständlich ist dabei die Berücksichtigung der tatsächlichen Lage eines Gegenstandes im Raum häufig von Bedeutung, insbesondere bei stereotaktischen Operationen o.dgl. Dazu ist im Rahmen der Erfindung eine Positionserkennungseinrichtung vorgesehen, die sowohl den Gegenstand (Prüfobjekt) als auch die Position des Mikroskops im Raum vermisst; als Beispiel mag das System der Firma Pixsys für eine geeignete Positionserfassungseinrichtung dienen, bei dem am Gegenstand ebenso wie an der Kamera IR-Sender oder IR-Reflektoren in bekannten Abständen montiert sind und deren Position im  
25 Raum durch das System erfasst und weiterverarbeitbar aufgezeichnet wird. Die Erfindung ist jedoch nicht auf dieses System eingeschränkt. Bei den meisten  
30

Ausführungsformen ist jedenfalls wichtig, dass am Mikroskop Sensoren oder Signalmarker angeordnet sind, die mit im Raum befindlichen Signalmarkern oder Sensoren zusammenwirken, um die Lage des Mikroskops im Raum zu definieren. Beispielsweise könnte anstelle der Sensoren-Signalmarkeranordnung

5 auch eine reine Videobildverarbeitung treten, bei der eine oder zwei raumfeste Video-Kameras das Mikroskop betrachten und nach vorgängiger Eichung mittels 3-D-Bildverarbeitung die Raumlage des Mikroskops daraus berechnen. Alternativ kann selbstverständlich auch das bereits erwähnte MKM-System im Stativ angewendet werden, bei dem im Stativ bzw. in dessen Gelenken Sensoren die

10 Position des Mikroskopes ermitteln.

Es ist nicht wesentlich, bei welchen der schlussendlich dem Anwender dargestellten Bilder die Korrekturen vorgenommen werden. Es ist genauso denkbar, das Bild des optischen Strahlenganges dem der nichtoptischen Strahlengänge anzupassen, wie auch umgekehrt, wie auch ein "Standardformat"

15 zu schaffen, dem die optischen wie auch die nicht-optischen Abbildungen angepasst werden. Ein solches "Standardformat" könnte beispielsweise auch so gewählt werden, dass es der Wirklichkeit am nächsten ist, bzw. dass es so virtuell abbildet, wie ein Betrachter des entsprechenden Objektes mit einer durchschnittlichen Sehleistung das Objekt tatsächlich sehen würde. Im Falle einer mikroskopischen Betrachtung wäre der durchschnittliche Betrachter natürlich im Verhältnis der Vergrösserung des Mikroskopes virtuell zu verkleinern.

In der Regel ist die Abbildung mittels CT ziemlich wirklichkeitsgetreu. Sind jedoch auch hier Abbildungsverzeichnungen o.dgl. vorhanden, so könnten diese auch

25 dadurch berücksichtigt werden, dass sie gegenüber einem Eichobjekt erfasst und als Rechenvorschrift dargestellt werden, um diese Abweichungen auch den Bilddaten der ersten Vorrichtung zu überlagern. Durch ein derartiges "kreuzweises" Überlagern von Korrekturdaten entstehen sowohl bei der einen als auch bei der zweiten Vorrichtung identische Bilder.

Selbstverständlich ist es auch denkbar, die jeweiligen Bilddaten nach einem Eichvorgang jeweils so zu korrigieren, dass sie der lediglich mathematisch korrekten Vergrösserung des betrachteten Gegenstandes entsprechen, worauf die Bilddaten auch deckungsgleich sind und überlagert werden können.

- 5 Die Anpassung des Bildes aus dem Lichtstrahlengang kann bei jenen ersten Vorrichtungen erfolgen, bei denen der Lichtstrahlengang nicht unmittelbar einem Betrachterauge zugeführt wird, wie dies z.B. bei Videomikroskopen der Fall ist, wo der Betrachter auf einen Bildschirm und nicht in den eigentlichen Lichtstrahlengang blickt.
- 10 Die Überlagerung der Bilder kann entweder direkt im Okularstrahlengang stattfinden, oder aber softwaremäßig im Computer, der das überlagerte (kombinierte) Gesamtbild sodann auf einen Monitor ausgibt. Wesentlich ist schlussendlich, dass das, was der Betrachter sieht, eine massstabsgerechte und schein- oder wirklichkeitsgetreue Überlagerung ist, so als wären beide 15 ursprünglich unabhängigen Bilder durch ein und dieselbe Optik mit derselben Justierung betrachtet worden.

Das Herangehen an das Problem, bei dem z.B. verlangt wird, die Fehler des Mikroskopstrahlenganges zu beseitigen, also eine wirklichkeitsgetreue Abbildung zu erzeugen, anstatt die Fehler auf das andere Bild zu übertragen, bringt z.B. 20 einem Operateur meist nicht viel, da er aufgrund der Vergrösserung ohnedies nicht in einer wirklichkeitsgetreuen Umgebung arbeitet. Sein unmittelbarer Bezugspunkt ist das Operationsinstrument, das er im Gesichtsfeld des Mikroskopes wahmimmt und von Hand bewegt. Ein Verstellen des Mikroskopstrahlenganges bzw. seiner optischen Elemente führt entsprechend 25 einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung automatisch zu einer Anpassung des eingespiegelten (überlagernden) Bildes, so dass der Operateur ohne Unterbrechung weiterarbeiten kann.

Unter einem Display im Sinne der Erfindung sind beispielsweise Bildschirme, Kathodenstrahlröhren etc. zu verstehen, auf denen die Bilder für den Benutzer erscheinen. Solche Displays können sowohl ausserhalb des Mikroskops, z.B. als 30

Computerbildschirm angeordnet, oder auch als kleine Displays ausgebildet sein, die in einem Okularstrahlengang so eingebaut sind, dass ein Anwender sowohl eine optische Wahrnehmung aus dem optischen Strahlengang als auch gleichzeitig (überlagert) eine optische Wahrnehmung aus dem Display erhält.

5 Das rein EDV-mässige Überlagern von Bildern und Darstellen derselben auf einem Display ausserhalb des Mikroskops ist durch die Erfindung mitumfasst, wobei in einem solchen Fall der Okularstrahlengang über einen Strahlenteiler in wenigstens eine Bildaufnahmeverrichtung gespiegelt wird.

Videomikroskope im Sinne der Erfindung sind Mikroskope mit wenigstens einem lichtoptischen Strahlengang und wenigstens einer Bildaufnahmeverrichtung zur Aufnahme und Darstellung des über den Strahlengang gesehenen Bildes auf einem Display. Zu einer sehr häufigen Art von Videomikroskopen sind in der letzten Zeit Videostereomikroskope geworden, bei denen zwei parallele Strahlengänge vorgesehen sind und auf dem Display ein 3-D-Bild darstellbar ist. Im Rahmen der Erfindung liegen jedoch auch alle anderen Mikroskope und Endoskope, die oben beschriebene Vorrichtungen aufweisen und eventuell ohne stereoskopischen Strahlengang auskommen.

Vor allem bei Operationsmikroskopen und insbesondere während einer Operation, fallen eine Menge von Informationen an, die für den Chirurgen von grosser Bedeutung sein können. Dies sind beispielsweise Informationen über den Patienten bzw. dessen Gesundheitszustand bzw. dessen Parameter wie Puls, Blutdruck, Sauerstoffgehalt des Blutes usw., aber auch zusätzlich zu den erwähnten zu überlagernden Bildern z.B. Informationen über bestimmte Parameter des Mikroskops, Informationen über die Lage des beobachteten Operationsfeldes ebenso wie Steuerdaten, die beispielsweise vom Chirurgen willkürlich über Steuerorgane wie Computermouse oder Fussschalter an die Datenverarbeitung bzw. an Steuerorgane für das Mikroskop abgegeben werden, um dieses nach Bedarf zu steuern, z.B. zu fokussieren usw.

Im Rahmen der Erfindung können Daten auch optisch überlagert werden, durch EDV-mässiges Einspielen dieser Daten in das gezeigte zweite Bild, oder durch die Verwendung eines zusätzlichen Displays, das in den Mikroskopstrahlengang

eingeblendet wird. Das Überlagern mehrerer unterschiedlicher Daten z.B. auch Schriftdaten usw. ist möglich.

In der Patentanmeldung CH-1091/94-3 ist eine Anordnung beschrieben, die es ermöglicht, oben erwähnte Überlagerungen und Datenadaptierungen möglichst schnell bzw. in Echtzeit zu ermöglichen. Eine Kombination der vorliegenden Lehre mit der Lehre der erwähnten Anmeldung bringt daher weitere Vorteile. Insofern gilt der Inhalt der erwähnten Patentanmeldung als im Rahmen dieser Offenbarung liegend.

10 Die erwähnte CH-A-684291 beschreibt ein Verfahren zur Detektion der Lage der Bildebene. Dieses Verfahren könnte im Rahmen der Erfindung auch Anwendung finden, wobei bevorzugt von einer Triangulationsmessung Abstand genommen wird und die Entfernung sowie der Fokus direkt über Bildauswertung (z.B. Randschärfenauswertung) ermittelt werden.

15 Insofern und zur praktischen Realisierung durch den Fachmann gilt auch der Inhalt der erwähnten Patentanmeldung und der CH-A-684291 als im Rahmen dieser Offenbarung liegend.

Weitere Details und Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus der Zeichnung. Die dort dargestellten Figuren zeigen:

20 Fig.1 eine symbolische Darstellung des Prinzips eines erfindungsgemässen Aufbaus mit beidseitiger Datenadaption,

Fig.2 eine symbolische Darstellung des Prinzip einer erfindungsgemäss benützten Positionserkennungseinrichtung;

25 Fig.3 eine Ansicht eines Operationsmikroskopes mit bevorzugten Vermessungsarmen und

Fig.4 eine symbolische Übersicht zur Anwendung der Erfindung.

Die Figuren werden zusammenhängend beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bedeuten gleiche Bauteile. Gleiche Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indizes bedeuten ähnliche bzw. funktionsähnliche Bauteile. Die Erfindung ist auf die dargestellten Ausführungsbeispiele nicht eingeschränkt. Vor allem in

5 Kombination mit den Lehren der folgenden Schweizer Patentanmeldungen: CH-949/94-2, CH-1525/94-0, CH-1295/94-8, CH-1088/94-3, CH-1090/94-1, CH-1089/94-5 und CH-3217/94 ergeben sich für den Fachmann noch beliebige Varianten. Sie alle fallen unter den Erfindungsbereich Offenbarungsinhalt dieser Anmeldung. Die angefügte Bezugszeichenliste ist dementsprechend fortlaufend 10 geführt.

Das Prinzip der Erfindung wird in Fig.1 verdeutlicht:

Ein Mikroskop 82 blickt mit seinem Strahlengang 1 durch sein Hauptobjektiv 8 auf ein Objekt 93, das, sofern es als Prüf- bzw. Eichobjekt verwendet wird, über spezielle Konturen verfügt, die sowohl durch optische als auch durch Röntgenstrahlen erkennbar sind. Bevorzugt ist das Prüfobjekt 93 zusätzlich noch mit Leuchtdioden für IR-Licht zu seiner Positionsvermessung im Raum und/oder mit Hohlräumen zur Aufnahme von geeigneten Substanzen versehen, die darüber hinaus die Detektion des Objekts durch MRI oder PET o.dgl. erlauben.

15 Das infolge optischer sekundärer und tertiärer Abbildungsparameter nicht wirklichkeitstreue abgebildete Bild wird in einer Erkennungseinheit 98a mit einer vorher eingespeicherten, wirklichkeitstreuen, rechnerischen Darstellung des Objektes 93 verglichen. Aus den ermittelten Unterschieden der beiden Bilder wird eine Rechenvorschrift entwickelt, die in einem Speicher 99 abgelegt wird.

20 Dasselbe Objekt 93 wird durch eine zweite Vorrichtung 94 (z.B. Röntgengerät) betrachtet; ein entsprechendes Bild wird aufgezeichnet. Auch dieses Bild wird über softwaregesteuerte Bildauswertung in einer zweiten Erkennungseinheit 98b mit den ursprünglich abgespeicherten, wirklichen Daten des Prüfobjekts 93 verglichen, woraus gegebenenfalls ebenso Korrekturwerte bzw. eine Rechenvorschrift abgeleitet werden, die ebenso in dem Speicher 99 abgelegt werden.

(Dieser Vorgang ist lediglich optional, da Röntgendifferenzdaten in der Regel geometrisch gut korrigiert sind und mit der Wirklichkeit übereinstimmen.)

Sodann werden in einer Korrekturseinheit 100a die Bilddaten der zweiten Vorrichtung 94 mittels erster Rechenvorschrift aus dem Speicher 99, 5 abgeändert, um mit den Bilddaten des Mikroskops 82 deckungsgleich zu werden.

In einer Überlagerungseinrichtung 95 werden die Bilddaten beider Bilder sodann optisch oder elektronisch einander überlagert und z.B. auf einem Monitor 10 oder in einem Okularstrahlengang einem menschlichen Auge zugänglich 10 gemacht. In die Überlagerungseinrichtung 95 können noch zusätzliche, den Patienten betreffende Daten aus anderen Datengeräten 101 eingespiegelt und den übrigen Bilddaten überlagert werden.

Die Bauteile 98, 99, 100 bilden zusammen eine adaptive Regelvorrichtung 97. Weitere für sich selbst sprechende Informationen sowie das Schema bei der 15 Anwendung an einem Patienten sind aus Fig.4 ersichtlich.

Fig.2 zeigt eine Möglichkeit, wie im Rahmen der Erfindung die Position des Operationsmikroskopes und des Prüfobjektes festgestellt werden kann. Dazu ist eine Positionserkennungseinrichtung 72 (z.B. eine PIXYS-Anordnung) raumfest montiert, die mit IR-Reflektoren 102 zusammenwirkt. Von der Einrichtung 72 20 pulsförmig ausgesandtes IR-Licht wird von den einzelnen Reflektoren reflektiert, woraus die Position der Reflektoren und damit die Lage des Prüfkörpers und des Mikroskopes im Raum ermittelt werden kann. Selbstverständlich können die Teile 102 auch als aktive Signalsender ausgebildet sein, deren Signale von der Einrichtung 72 empfangen und ausgewertet werden.

25 Das Mikroskop 82 verfügt weiters über eine Entfernungsmesseinrichtung 69 zur Bestimmung der Prüfobjektebene und über eine Vergrösserungsmesseinrichtung 83, die vorzugsweise durch das Hauptobjektiv 8 die Vergrösserung der Mikroskopoptik misst. Nicht eingezeichnet ist ein CCD o.dgl. zur Umwandlung des betrachteten Bildes in elektronisch weiterverarbeitbare 30 Bilddaten.

Fig.3 zeigt darüber hinaus symbolisch ein Mikroskop 82 an einem Stativ 103, an dem im Bereich seiner Gelenke 96, die jeweils eine Schwenkebene definieren, winkel förmig ausgebildete Positionsrahmen 104 montiert sind, die die IR-Reflektoren bzw. IR-Dioden tragen. Zum besseren Verstehen, wie diese Dioden oder Reflektoren bevorzugt ausgebildet sein können, wird ausdrücklich auf die Schweizer Patentanmeldung 1089/94-5 verwiesen. Die dargestellten Positionsrahmen sind wegen ihrer geometrischen Ausbildung gut geeignet, die richtige Position des Stativs 103 bzw. des mit diesem verbundenen Operationsmikroskopes 82 zu signalisieren, wobei die Dioden bzw. die Reflektoren 102a die Drehung des Mikroskopes 82 um die Achse b angibt und die Dioden bzw. Reflektoren 102c die Höhen-, Dreh- und Schwenkposition des Mikroskopes 82 definieren, obwohl sie von diesem entfernt montiert sind (Montagealternative). Die Dioden 102b hingegen erlauben eine unmittelbare Lagebestimmung des Mikroskops 82. Da jedoch im unmittelbaren Bereich des Mikroskops durch die Anwender eine Abschattung eintreten kann, die gegebenenfalls eine Ortung der Lage erschwert, ist die dargestellte Variante mit den Dioden 102 a-c bevorzugt, da nach Kenntnis des Stativ- und Mikroskopaufbaus auch von den Dioden 102 a und c auf die Lage des Mikroskops 82 geschlossen werden kann, sofern an diesem wenigstens 1 Diode vom Positionsbestimmungssystem 72 angepeilt werden kann. a, b, c geben die Schwenkachsen des Stativs 103 an. 105 bedeutet das Koordinatensystem des Raumes, nach dem die Positionserfassungseinrichtung 72 (IR-Richtungsdetektoren) orientiert ist bzw. zu dem sie die Koordinatensysteme X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub> des Stativs 103 bzw. des Mikroskops 82 (X<sub>m</sub>, Y<sub>m</sub>, Z<sub>m</sub>) in Relation bringt. 106 stellt die optische Achse des Mikroskops dar, deren Lage zunächst das eigentliche Ziel der Positionsuntersuchung ist und mathematisch nach Kenntnis der Position der Dioden 102 bestimmt wird. Nach ihrer Lagekenntnis der optischen Achse kann man feststellen, welche Blickrichtung das Mikroskop 82 in bezug auf das Objekt 93 hat, sofern man dessen Lage kennt, die wiederum mit bekannten stereotaktischen Operationsmethoden feststellbar ist. Mit anderen Worten wird Mikroskop 82 bzw. dessen Strahlengang und das Objekt 93 einem gemeinsamen Koordinatensystem zugeordnet, so dass die bei einer

Lageänderung des Mikroskops 82 auftretende Gesichtsfeldänderung am Objekt 93 rechnerisch erfasst und am Objekt nachvollzogen werden kann. Aus dieser Kenntnis ermöglicht sich die eingeblendete Darstellung des betreffenden Gebietes unter dem Gesichtsfeld z.B. aus dem im Computer gespeicherten Satz dreidimensionaler Röntgendaten.

5

Nachdem im Mikroskop eine Videokamera integriert ist, die wie das Betrachterauge auf das Objekt 93 blickt und dabei gegebenenfalls auch das eingespiegelte bzw. überlagerte Bild sieht, sind weitere Auswertungs- bzw. Kontrolluntersuchungen möglich, indem z.B. die Randdeckung der überlagerten 10 Bilder bildverarbeitungsmässig überprüft wird. Eine getaktete Darstellung des überlagernden Bildes mit dem Aufnahmetakt der Videokamera ermöglicht dabei bei Bedarf eine für den Anwender selbst nicht sichtbare Auf trennung in das rein optisch abgebildete Bild durch den optischen Strahlengang des Mikroskops und in das elektronisch abgewandelte und überlagerte Bild.

15

Durch die Erfindung sind selbstverständlich auch Endoskope umfasst, die jedoch in der Regel nicht über ein Stativ verfügen, so dass deren Positionierung lediglich über Dioden am Endoskopkörper erfasst wird. Wichtig ist dabei, dass vor dem Einführen des Endoskops in ein Objekt, das Verhältnis der Endoskopspitze zu den Dioden am Endoskopkörper erfasst und festgelegt wird, 20 um rechnerisch mittels Bildverarbeitung die Spitze des Endoskops - eventuell als Symbol dargestellt - im Bild nachzuführen.

20

Unter nicht sichtbarer Strahlung gem. Anspruch 1 sind alle jenen Medien zu verstehen, mit denen Diagnosedaten von einem Patienten oder von einem Objekt gewonnen werden können. Dazu zählen neben den elektromagnetischen Wellen beispielsweise auch Ultraschall und im Extremfall sogar mechanische Ab tastvorgänge mittels Sensor, wobei diese Ab tastvorgänge hinterher 25 rechnerisch in eine bildhafte Darstellung des Gegenstandes umgewandelt werden.

Bezugszeichenliste

Diese Bezugszeichenliste enthält auch Bezugszeichen von Figuren, die in den oben erwähnten Anmeldungen beinhaltet sind, da diese, wie erwähnt als im Rahmen dieser Erfindung liegend, zu Kombinationszwecken mitgeoffenbart

5 gelten. Insbesondere betrifft dies die Mikroskope mit speziellen Strahlengängen und Strahlenteilern und die Vorrichtungen zum Messen der Vergrösserung und des Abstandes vom Mikroskop zum Objekt.

1 a,b erster Strahlengang

2 a,b zweiter Strahlengang (geometrisch übereinander gelegte erste

10 Strahlengänge)

3 mechanooptisches Schaltelement

3a,3b,3c undurchlässige und vorzugsweise verspiegelte Blende

3d LCD-Shutter-Element

3e mikromechanische Lamellenspiegelkonstruktion

15 3f LCD Wechselshutterelement

4 Strahlenteiler

4a,4b Strahlenteiler

4c Strahlenteiler für Messstrahlausblendung

5 Scheibe

20 5a halbkreisförmige Fläche -

5b Restfläche der Scheibe 5

5c. Kreissegmentflächen

5d

6 Achse für Scheibe

25 7 Mittelachse

7a,7b Mittelachse

8 Hauptobjektiv

9 elektronische Bildaufnahmeverrichtung

**10 Display****10a Display****11 a,b Spiegel****12 a,b,c Verstelleinrichtung****5 13 Zoom****14 a,b Motor****15 Reziprokantrieb****16 Zuleitung****17 Lichtquelle****10 18 Okular****19 Umlenkspiegel****20 Schubstange****21 starrer Spiegel****22 Objekt, 22a Objektdetail****15 23 a,b, a',b'; c,d Planplatte****24 Schwenkantrieb****25 Gestänge****30 Lamellenspiegel von 3e****31 Tubuslinse****20 32 Einblendelement****a) Strahlenteiler****b) Spiegel****c) zweites Einblendelement****33 Vergrösserungsoptik****25 34 Pfeile****35 weiterer Spiegel****36 Stellantrieb****37 Balken****38 a,b Umlenkspiegel****30 39 Retroprisma****40 Ausgleichsgewicht****41 Trägerplatte a,b,c: prismatische mit integriertem Spiegel**

- 42 Farbfilter
- 43 Intervallschalter
- 44 Mikroprozessor
- 45 Messarray a
- 5 46 Referenzarray a
- 47 Modul für Bilddatenübertragung
- 48 Fremdbilddateninput
- 49 Stellmotor für Zoom 13; a,b
- 50 Verbindungsleitungen a-g
- 10 51 Vergrösserungsanzeige a,b,c
- 52 Kurvenscheibe
- 53 Kopplung
  - a) zwischen Stellmotor 49 und Zoom 13
  - b) zwischen Kurvenscheibe 52 und Vergrösserungsanzeige 51b
- 15 54 mechanischer Abgriff
- 55 a,b Zeiger
- 56 Laser
- 57 Messstrahl a,b,c,c1
- 58 Referenzstrahl
- 20 59 Pfeile für Verschiebbarkeit des Einblendelementes 32
- 60 Mikroskopstrahlengang a-e
- 61 erstes Umlenkelement a
- 62 Fokussierelement a,b
- 63 Lichtleiterendstück a,b
- 25 64 Lichtquelle a
- 65 zweites Umlenkelement
- 66 Sensor
- 67 Distanzbereich a
- 68 Verbindungsleitung
- 30 69 Distanzmesssystem
- 70 Verbindung
- 71 Vergrösserungsmesseinheit

72 Positionsbestimmungssystem a,b  
73 Interferometer  
74 halbdurchlässiger Spiegel  
75 Reflektor  
5 76 Detektor  
77 elektromechanisches Verstellelement  
78 Interferometersteuerung  
79 Gitter  
80 Detektor-CCD  
10 81 Stufen  
82 Mikroskop  
83 Anordnung zur Vergrösserungsmessung des Mikroskopes  
84 Anordnung zur Entfernungsmessung Objekt/Mikroskop  
85 Positionsmesssystem zur Bestimmung der Absolutlage des Mikroskopes im  
15 Raum um daraus nach Kenntnis der Entfernung Objekt/Mikroskop auch auf  
die Lage des Sehfeldes am Objekt schliessen zu können  
86 Toolbox für verschiedene Anwenderprogramme  
87 Befehlssteuerorgan (Computermouse)  
88 Befehlssteuerorgan zur Bewegungssteuerung des Mikroskopes  
20 (z.B. Fußschalter)  
89 Datenaufbereitungseinheit  
90 Computer (Workstation)  
91 Steuerschalter für Mikroskop  
92 elektromechanische Steuereinheit für Mikroskop (Zoom, Fokus etc.)  
25 93 Objekt  
94 zweite Vorrichtung (z.B. MRI oder CT Gerät)  
95 Überlagerungseinrichtung  
96 a-c Gelenk am Stativ  
97 adaptive Regelvorrichtung  
30 98 a,b Erkennungseinheit  
99 Speicher  
100a Korrekturleinheit

- 101 Patientendaten-Gerät
- 102a-e IR-Reflektoren oder IR-Dioden
- 103 Operationsmikroskopstativ
- 104 Positionsrahmen
- 5 105 Koordinatensystem des Raumes
- 106 optische Achse
  - b Abstand der Messstrahlen 57a und 57b
  - b' Abstand der Messstrahlen 57a und 57b am Messarray
  - d 1,2 Stereobasis
- 10 Xm,Ym,Zm Koordinaten des Mikroskops 82
- Xs,Ys,Zs Koordinaten des Stativs 103
- F Brennpunkt des Mikroskops 82

Patentansprüche

1. Bilddarstellende Einrichtung mit einem Mikroskop (82) zum Erfassen der bildhaften Information über einen Gegenstand (93) mit Licht und mit einer zweiten Vorrichtung (94) zum Erfassen oder Darstellen von einer - insbesondere einem Auge zunächst verborgenen - bildhaften Information über den Gegenstand (93) mit - insbesondere nicht sichtbarer - Strahlung, bevorzugt elektromagnetischer Wellen- oder Teilchenstrahlung [z.B. Röntgenstrahlung (Röntgen- oder CT-Aufnahmen, magnetische Hochfrequenzfelder (Kernspintomographie, MRI), Positronenstrahlung (PET)] und mit einer Überlagerungseinrichtung (95) für das Überlagern beider Informationen zu einem, einem Betrachterauge zuwendbaren, Bild, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung eine adaptive Regelvorrichtung (97) umfasst, welche im Betriebszustand die bei Veränderung instrumentaler Einstellparameter des Mikroskops (82) bewirkte Veränderung der Abbildungsgeometrie erfasst und eine entsprechende geometrische Korrektur der Bilddaten der anderen Vorrichtung (94) veranlasst, so dass sich die sichtbaren geometrischen Abmessungen der bildhaften Informationen decken.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelvorrichtung (97) für das Korrigieren bzw. Verändern der primären Abbildungsparameter - insbesondere Blickrichtung bzw. Blickwinkel, Perspektive usw., z.B. Mikroskopausrichtung und Vergrösserung des Mikroskopstrahlenganges - ausgebildet ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelvorrichtung (97) für das Korrigieren bzw. Verändern der sekundären Abbildungsparameter - insbesondere Gesichtsfeld und Schärfentiefenbereich, vorzugsweise durch eine Einrichtung zur z- und Gamma-Messung (69 und 83) - ausgebildet ist.

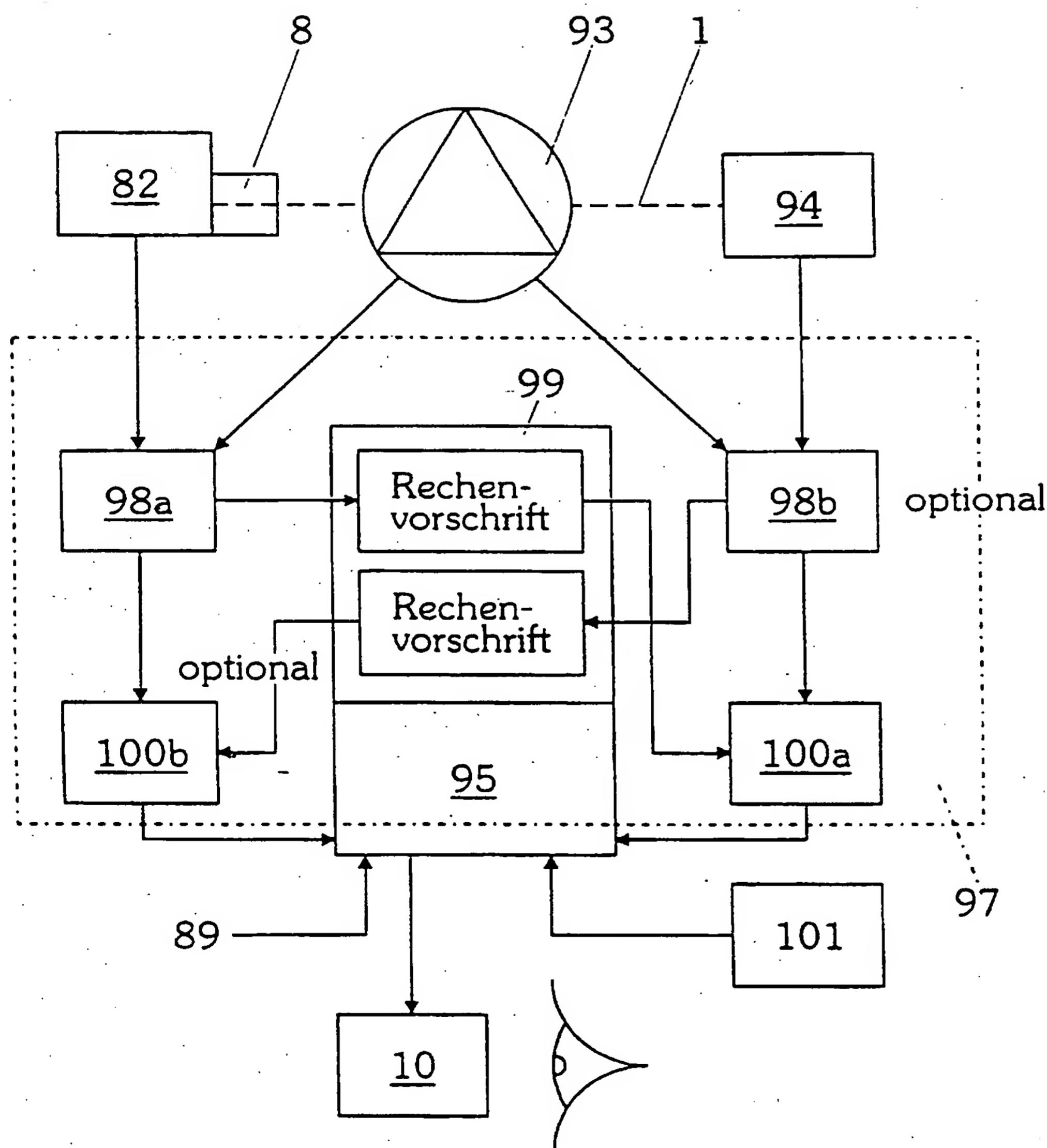
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Regelvorrichtung (97) für das Korrigieren bzw. Verändern der  
tertiären Abbildungsparameter - insbesondere Störung der Metrik,  
insbesondere der Verzeichnung, vorzugsweise in Abhängigkeit von der z-  
und Gammamessung - ausgebildet ist.
5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Regelvorrichtung (97) ein Speicher (99)  
zugeordnet ist, in dem vorab berechnete nötige Korrekturvorschriften für  
die Metrikanpassung in Form von für den Lichtstrahlengang  
typenspezifischen Algorithmen eingespeichert sind und der Bildkorrektur  
zugrundegelegt werden.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Regelvorrichtung (97) ein Speicher (99) zugeordnet ist, in dem  
vorab berechnete und durch einen Eichvorgang bestimmte  
Eichparameter abgespeichert sind, oder dass in dem Speicher (99) auch  
durch vorgängige Eichung ermittelte Eichparameter abgelegt sind,  
welche Eichparameter der Bildkorrektur zugrundegelegt werden.
15. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass den  
Vorrichtungen für die Eichvorgänge ein Normbauteil (93) zugeordnet ist,  
der für die Strahlen der beiden Vorrichtungen (82,94) geometrisch  
gleichförmig erfassbare Strukturen aufweist und der Einrichtung beim  
Eichvorgang als Objekt unterlegt wird.
20. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Regelvorrichtung (97) wenigstens ein  
Messglied (69,83) für das Messen der optischen Abbildungsparameter  
des Mikroskops (82) insbesondere durch deren Strahlengang (1) wobei  
dem Messglied vorzugsweise eine Datenaufbereitungseinheit (89)  
zugeordnet ist, für das Berechnen der erforderlichen Adoptionsparameter  
und für das proportional richtige Korrigieren des zweiten Bildes in
- 25.

Abhängigkeit vom ersten Bild und den jeweiligen optischen Parametern des Mikroskops (82) zugeordnet ist.

9. Verfahren für das Überlagern von zunächst unterschiedlichen ersten und wenigstens zweiten Bilddaten, von denen die ersten Bilddaten aus einem Mikroskopstrahlengang (1) stammen, dadurch gekennzeichnet, dass dem Mikroskopstrahlengang (1) ein geometrisch bekanntes Objekt (93) vorgelegt wird und die von der Wirklichkeit durch erste sekundäre oder tertiäre Abbildungsparameter abweichenden Bildinformationen der ersten Bilddaten erfasst werden, dass die Abweichungen - in Form von Rechenvorschriften gefasst - den zweiten Bilddaten eingeschrieben werden, so dass diese entsprechend den sekundären und tertiären Abbildungsparametern dimensional korrigiert werden, worauf die zweiten Bilddaten dann positionsrichtig den ersten Bilddaten optisch oder elektronisch, softwaremäßig überlagert werden.
10. 15. 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass gleichzeitig die von der Wirklichkeit durch zweite sekundäre oder tertiäre Abbildungsparameter abweichenden Informationen der zweiten Bilddaten ebenso erfasst und als Rechenvorschrift zur Datenkorrektur der ersten Bilddaten verwendet werden.
20. 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilddaten der zweiten Vorrichtung an die Bilddaten der ersten Vorrichtung (82) hinsichtlich der ersten Abbildungsparameter angeglichen werden.
12. 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Wirklichkeit abweichenden Bildinformationen kontinuierlich erfasst werden, wenigstens jedoch sobald am Mikroskopstrahlengang (1) oder an der Position des Objektes (93) Veränderungen vorgenommen wurden, und dass die Parameter der Rechenvorschrift dementsprechend kontinuierlich angepasst werden.

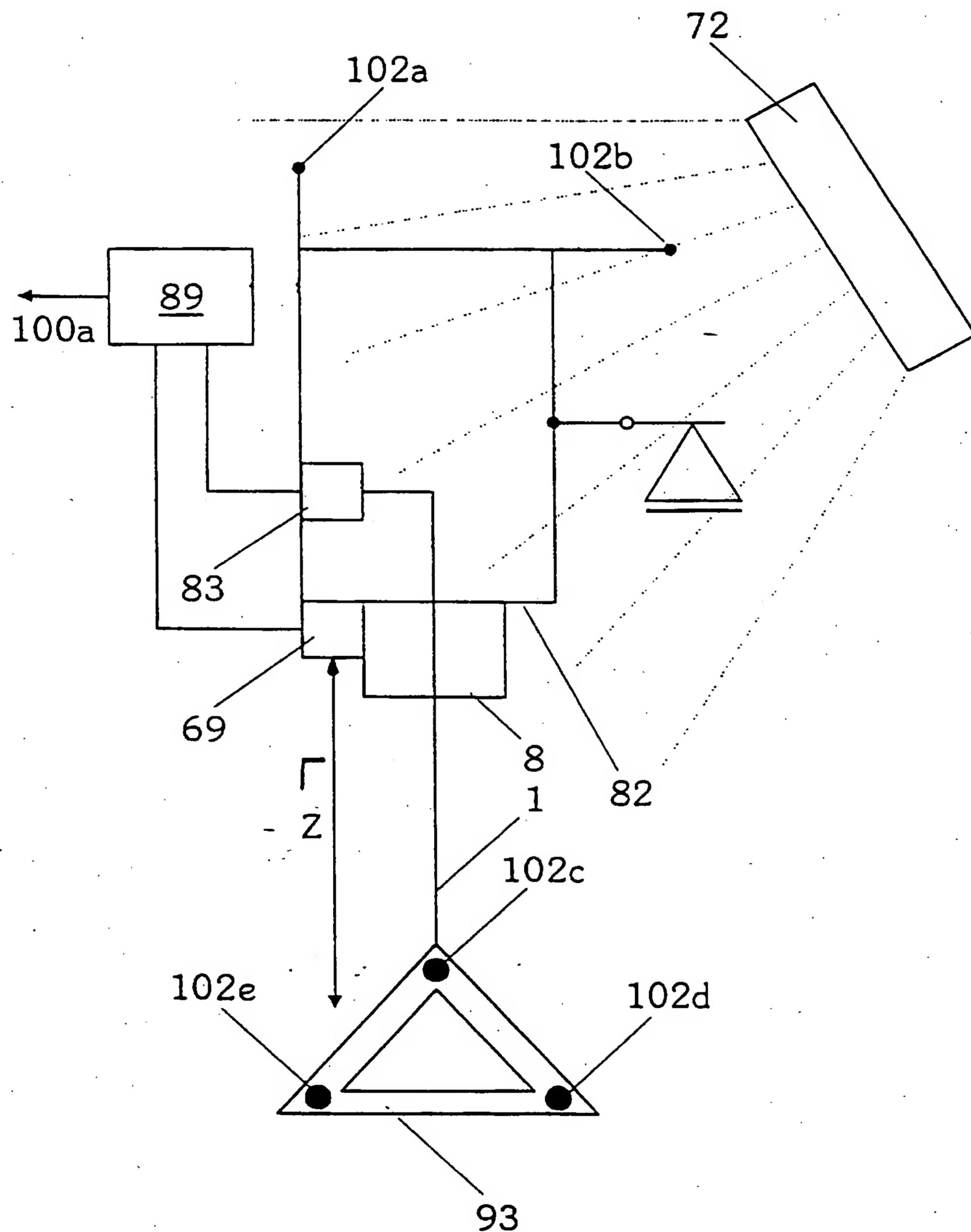
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rechenvorschrift eine Polynomfunktion (Polynome höherer  
Ordnung) der Parameter Gamma (Vergrösserung), z (Abstand zum  
Objekt), Wellenlänge und Objektkoordinaten umfasst, wobei aus den  
bekannten Koordinaten des Objektes (z.B. eines Testobjektes) bzw. den  
sich daraus ergebenden rechnerisch ermittelbaren berechneten  
Koordinaten und den festgestellten Koordinaten des Bildes die Residuen  
ermittelt werden, die zur Adaption herangezogen werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet,  
dass für jede Vorrichtung (82,94) die Bilddaten nach Erfassung ihrer  
Abweichung von der Wirklichkeit im Zuge einer Eichmessung so korrigiert  
werden, dass alle wirklichkeitsgetreu dargestellten Bilder geometrisch mit  
dem Gegenstand (93) kongruent sind.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet,  
dass im dargestellten Bild aktuelle Systemdaten bzw. sekundäre  
Abbildungsparameter des ersten Strahlenganges (1) (z.B.  
Vergrösserung) oder ein entsprechender Massstab (Größenverhältnis)  
für den Betrachter eingeblendet werden.
16. Operationsmikroskop mit einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 8 und/oder für das Durchführen eines der Verfahren nach Anspruch 9  
bis 15.
17. Videostereomikroskop mit einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 8 und mit einer Videokamera, die gleichzeitig oder alternierend das  
Bild des Objektes 93 und das diesem überlagerte Bild aus der zweiten  
Vorrichtung (94) aufnimmt und mit der adaptiven Regelvorrichtung (97)  
verbunden ist, wobei letztere über eine Software - vorzugsweise nach  
einem Regelkreisprinzip - zur Optimierung der aneinander  
anzupassenden Bilddaten verfügt.

Fig. 1



2 / 4

Fig.2



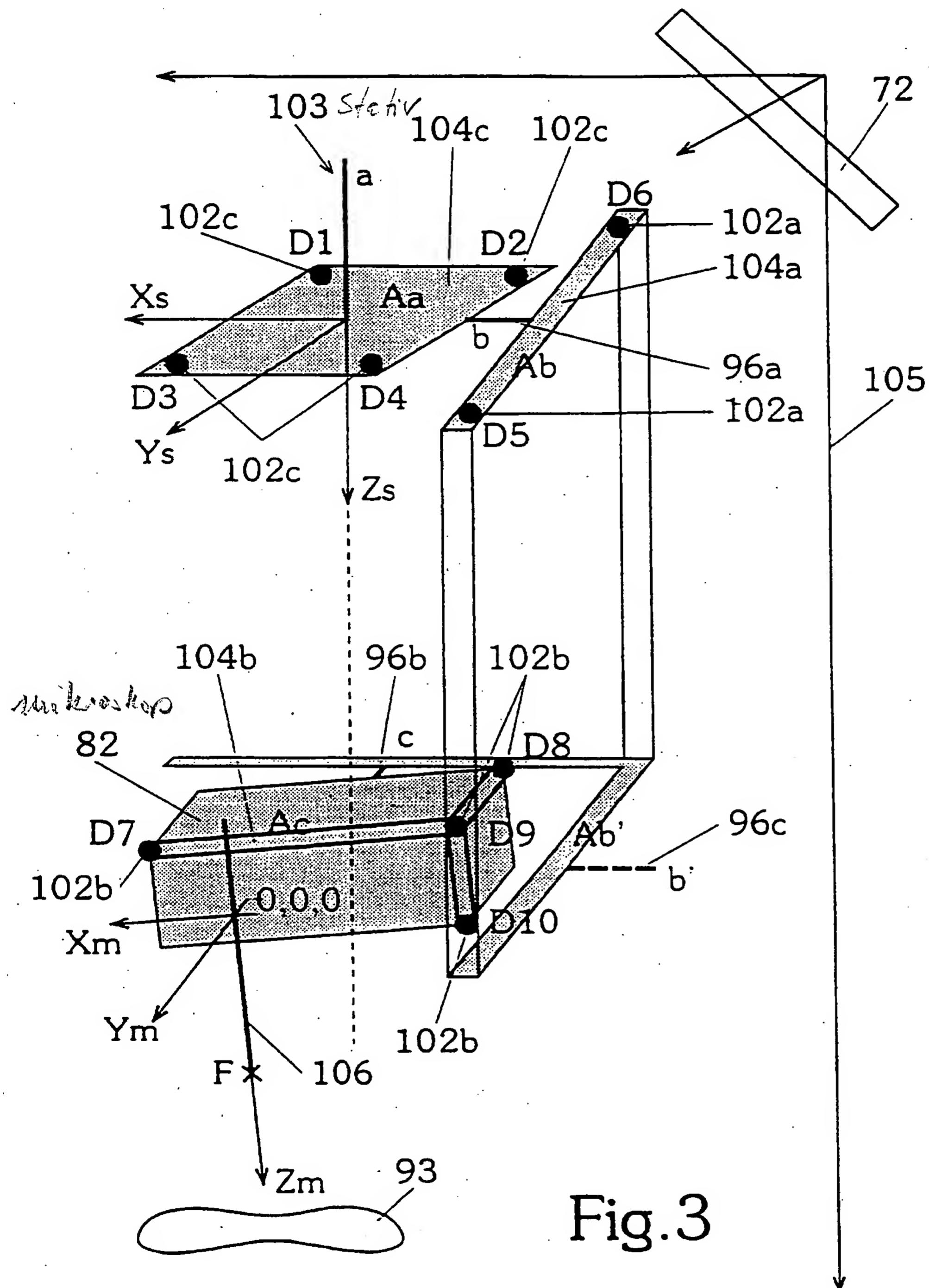
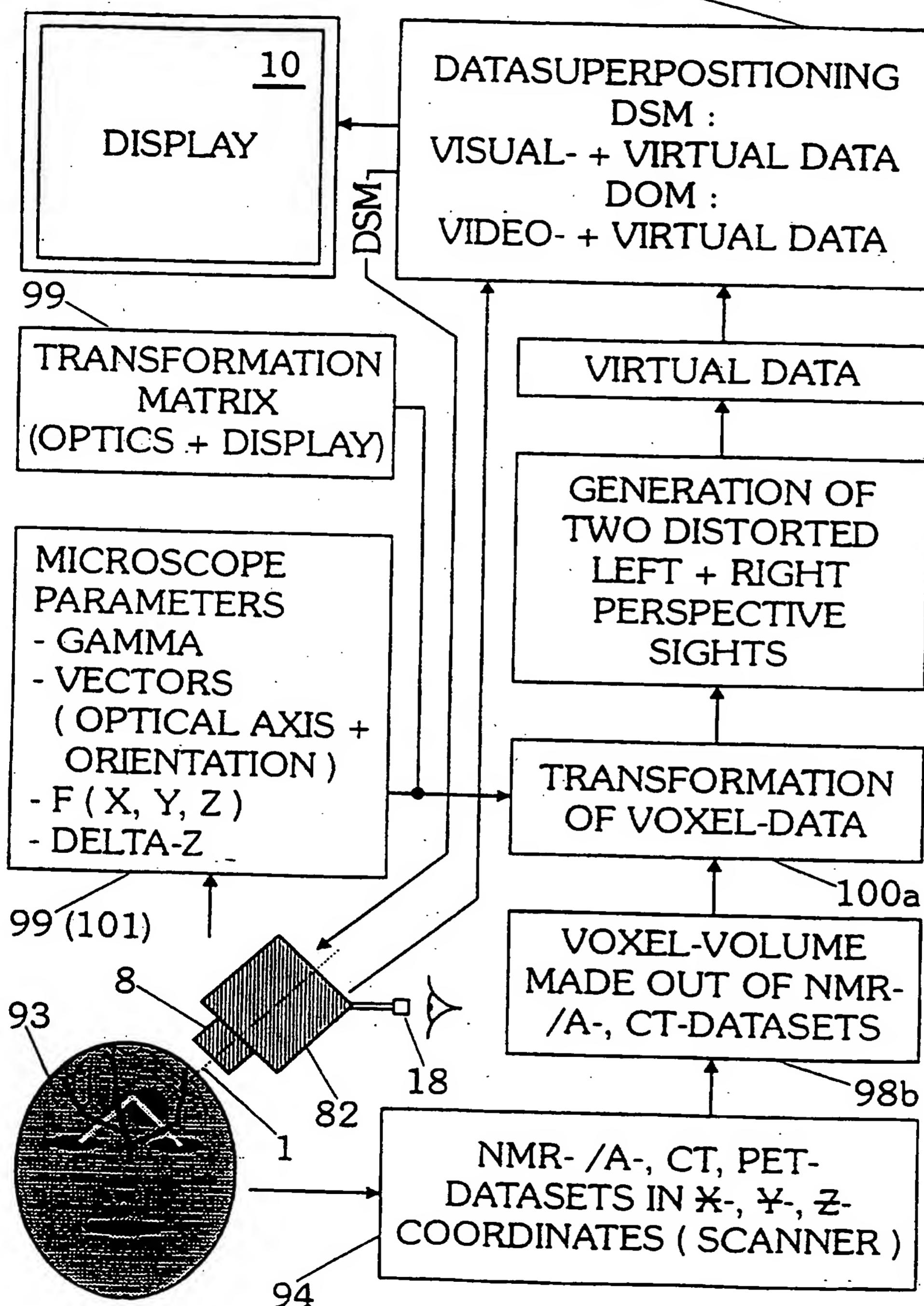


Fig.4 4 / 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 95/05112

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G02B21/22 A61B19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G02B A61B G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 629 963 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21 December 1994 see the whole document	1-3,8, 16,17 9-15
X	FR,A,2 682 778 (FIRMA CARL ZEISS) 23 April 1993 cited in the application see the whole document	1-3,5,8, 16,17 9-15
X	US,A,4 722 056 (D.W.ROBERTS ET AL) 26 January 1988 cited in the application see the whole document	1,2,8, 16,17 9,11-15
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'M' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 April 1996

Date of mailing of the international search report

17.04.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scheu, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 95/05112

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SCANNING MICROSCOPY, vol. 4, no. 4, 1990 CHICAGO,US, pages 825-828. J.C.OLIVO ET AL. 'DIGITAL CORRELATION OF ION AND OPTICAL MICROSCOPIC IMAGES: APPLICATION TO THE STUDY OF THYROGLOBULIN CHEMICAL MODIFICATION' see page 826, right column, paragraph 2 -----	1

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**Internat'l Application No  
**PCT/EP 95/05112**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
<b>EP-A-0629963</b>	<b>21-12-94</b>	<b>JP-A-</b>	<b>7136175</b>	<b>30-05-95</b>
<b>FR-A-2682778</b>	<b>23-04-93</b>	<b>DE-A-</b>	<b>4134481</b>	<b>22-04-93</b>
		<b>CH-A-</b>	<b>684291</b>	<b>15-08-94</b>
		<b>JP-A-</b>	<b>5215971</b>	<b>27-08-93</b>
		<b>US-A-</b>	<b>5359417</b>	<b>25-10-94</b>
<b>US-A-4722056</b>	<b>26-01-88</b>	<b>NONE</b>		

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern:  des Aktenzeichen  
PCT/EP 95/05112

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 G02B21/22 A61B19/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 G02B A61B G06F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP,A,0 629 963 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21.Dezember 1994	1-3,8,
A	siehe das ganze Dokument	16,17 9-15
X	FR,A,2 682 778 (FIRMA CARL ZEISS) 23.April 1993	1-3,5,8, 16,17
A	in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	9-15
X	US,A,4 722 056 (D.W.ROBERTS ET AL) 26.Januar 1988	1,2,8, 16,17
A	in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	9,11-15
	---	-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfunderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfunderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nabeliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  2.April 1996	Abgededatum des internationalen Recherchenberichts  17.04.96
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Scheu, M

Formatblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern.	als Aktenzeichen
PCT/EP 95/05112	

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SCANNING MICROSCOPY, Bd. 4, Nr. 4, 1990 CHICAGO,US, Seiten 825-828, J.C.OLIVO ET AL. 'DIGITAL CORRELATION OF ION AND OPTICAL MICROSCOPIC IMAGES: APPLICATION TO THE STUDY OF THYROGLOBULIN CHEMICAL MODIFICATION' siehe Seite 826, rechte Spalte, Absatz 2 -----	1

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern: **des Aktenzeichen  
PCT/EP 95/05112**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP-A-0629963	21-12-94	JP-A-	7136175	30-05-95
FR-A-2682778	23-04-93	DE-A-	4134481	22-04-93
		CH-A-	684291	15-08-94
		JP-A-	5215971	27-08-93
		US-A-	5359417	25-10-94
US-A-4722056	26-01-88	KEINE		

© (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)